



Le magazine
de l'École polytechnique
de Bruxelles
et de ses Alumni

PLONGÉE DANS LA NANOSPHERE

L'INVISIBLE EN QUESTION

Céline Kermisch (ICEM 2000)
et Philippe Busquin nous présentent
le Cycle de Conférences 2015



ET AUSSI

Philippe Decelle aura son musée: le Plasticarium / p.6

Gilles Bruylants: insuffler l'éthique aux BA1 / p.9

Nicolas Cerf: du boson dans nos télécommunications / p. 10

Jacques Devière et **Nicolas Cauche** sur le billard / p. 14

Tout savoir sur les «**nano conférences**» / p. 16



QUALITE

Le Groupe **SECO** a pour vocation de garantir la qualité de la construction : des produits et procédés, aux projets de bâtiments, de génie civil et de protection de l'environnement.



Liège
Pont de l'Observatoire

Santiago CALAVATRA

MAITRISE DES RISQUES ET INNOVATION

SECO est votre partenaire naturel dans la maîtrise des risques techniques et dans la recherche des performances optimales.



Bruxelles - Belair (RAC)

M. Jaspers—J. Eyens & Partners

SECURITE INCENDIE

Dans un contexte de complexification de la réglementation, **SECO** intervient comme tierce partie indépendante reconnue par les services de Prévention Incendie.



Anvers - Maison du Port

Zaha Hadid

CONSTRUCTION DURABLE

La mise en valeur de la qualité environnementale de vos projets, par les systèmes d'attestation et de certification **Valideo** et **BREEAM**, l'accompagnement en **Hautes Performances Energétiques**.



Liège - Médiacité

M. Jaspers—J. Eyens & Partners—R. Arad

200 INGENIEURS SPECIALISES ET CONSTRUCTIFS A VOTRE SERVICE

Rue d'Arlon 53 – 1040 Bruxelles
Téi 02/238.22.11 – Fax 02/238.22.61
e-mail : mail@seco.be - www.seco.be



Budapest (Hongrie)
Résidence Avenue Gardens

József SCHÖN



Zaventem - Pier A

Groep 2000

Photo M. Detiffe



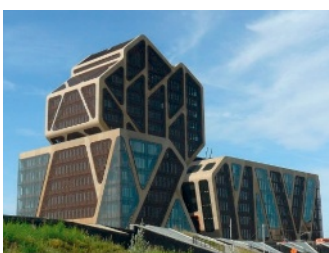
Bruxelles
Parlement Européen - Passerelle

A.M. Espace Leopold, TBL, Group T



Luxembourg - Kirchberg
Centre de conférences

Schemel-Wirtz



Hasselt
Nouveau Palais de Justice

Eurostation



© Lara Herbinia

Michel Vanderstocken, président de l'association Alumni, n'a pas manqué de «soutenir» le trio à son retour.

▼ BIKE TO MEET YOU /

Une énhaurme réussite

Après 1 année et 20 jours de voyage à travers le monde, gonflé à bloc, le trio de cyclistes de la promo 2009, Bike To Meet You, a fêté le 29 novembre dernier, sur la Grand-Place de Bruxelles, son retour au pays!

Difficile de ne pas aligner quelques chiffres dans le sillage du défi cycliste et humain relevé par Yvan Paquot, Mélik Khiari et Quentin Jossen... 22.000 € récoltés pour la campagne pour le droit à l'alimentation du CNCD-11.11.11 et 27.500 km parcourus à vélo dans 36 pays! De longs coups de pédales qui ne s'accompagnèrent pas que

de crampes... «En Afrique, la chaleur nous abattait, en plus de la fatigue liée aux maladies (malaria, vers intestinaux, fièvre...) et de la douleur héritée de chutes. En Amérique du Sud, c'est avec des troubles digestifs que nous avons dû traverser rien d'autre que la cordillère des Andes!», se remémore Quentin Jossen. «Mais nous sommes parfois allés chercher l'extrême: en Bolivie, avec nos vélos lourdement chargés, nous avons choisi un itinéraire de 20 jours dans le sable et les pierres, à près de 5.000 mètres d'altitude...»

Bike To Meet You demeurera une expérience humaine à plus d'un titre. Nos trois Alumni ont eu l'opportunité de découvrir les ONG belges à l'œuvre sur le terrain, au Sénégal, au Pérou et au Laos. Après avoir attiré l'attention avec leur périple et leur récolte de fonds, ils assument désormais, chez nous, un rôle d'ambassadeurs pour relayer les messages et le travail du CNCD-11.11.11. «Nous voulons partager un maximum ce que nous avons vécu, les moments magiques et généreux passés avec les populations locales. Livre, film, conférences, exposition photo..., nous avons du pain sur la planche!», s'exclame Mélik Khiari. À l'heure où nous écrivons ces lignes, ils mettent la touche finale à leur livre, à paraître aux éditions du CEP.

Ils préparent également deux formules de conférences: l'une destinée aux adultes, l'autre aux écoles. L'aventure Bike To Meet You poursuit sa route.



www.biketomeetyou.be

Le pôle Sciences et Techniques sur le campus de la Plaine



Le projet de développement d'un pôle Sciences et Techniques sur le campus de la Plaine arrive dans une phase décisive. Tout d'abord, le Conseil académique et le Conseil d'administration de l'ULB ont approuvé le plan immobilier de l'université pour les dix prochaines années, qui comprend la construction d'un bâtiment devant accueillir plusieurs laboratoires d'ingénierie électromécanique et biomédicale de l'École ainsi que les laboratoires d'informatique de l'École et de la Faculté des Sciences.

D'autre part, les discussions en vue d'y héberger également l'ISIB ont repris vigueur et devraient aboutir au cours des prochaines semaines.

Enfin, des décisions sont attendues très prochainement quant aux projets de Library and Learning Centre commun avec la VUB et de centre de formation et de recherche en technologies de l'information.

D'ici la fin du printemps, toutes les données seront donc rassemblées pour donner une forme définitive aux projets et les lancer. C'est pourquoi la mobilisation de tous pour contribuer au financement de la construction de ce bâtiment d'importance vitale pour l'École est plus que jamais nécessaire. Plusieurs dons ont déjà été reçus, mais je suis convaincu que nous pouvons récolter bien davantage, à l'instar de nos anciens dont les dons ont jadis permis de construire le bâtiment du génie civil.



Gérard Degrez
Doyen de l'École polytechnique de Bruxelles



© Lara Herbinia

ILS NOUS ONT QUITTÉS

- **Maurice Stas** (ICMi 1952)
- **André Lejeune** (ICME 1949)
- **François Lacroix** (ICC 1943)
- **André Pierard** (ICMi 1952)
- **Jean-Louis Verheven** (ICC 1980)
- **Marcel Gonze** (ICME 1948)
- **Jean Bottu** (ICME 1957)
- **Maurice Barthels** (ICME 1942)
- **Jacqueline Devooght**, veuve de Jacques, mère de Jean-Pierre et grand-mère de Robin
- **Monique Balériaux** (ICME 1965)

Nous présentons aux familles et aux proches nos plus sincères condoléances.

Mardi 26 mai 2015
DÉJEUNER
CONFÉRENCE DELTA

«Et l'ingénieur dans tout ça?», par André Dumont (ICME et IRE ULB 1956). L'économie de marché s'est transformée. Jusqu'en 1950, la prospérité a diminué les inégalités. Or le contraire se passe aujourd'hui. Les besoins de la population occidentale sont satisfaits, il faut en inventer d'autres, de durée de vie courte et de coûts écrasés. Les investisseurs ne visent plus la rentabilité, mais la croissance de la valeur boursière. Dans quel intérêt l'ingénieur doit-il agir?

André Dumont a travaillé jusqu'en 1988 au Groupe ACEC (conception et gestion de projets spatiaux, dont Ariane). Il a créé Télim, société de consultance pour SAIT, Telindus... Il chargé de cours émérite à l'ULB.

Dès 12h15, UAE (Maison des Anciens de l'ULB), boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles (accès 4).

Réservation avant le 13 décembre au Secrétariat Alumni (25 € tout compris pour les membres et leur conjoint, les étudiants et les membres UAE; 37 € pour les non-membres; compte BE96 0012 7401 7905, BIC GEBABEBB; avec mention nom + conférence Delta). Tél.: 02/650.27.28. E-mail: alumni@polytechniquebruxelles.be.

ÉLECTRICITÉ/INSTRUMENTATION UA1

Le laboratoire fait peau neuve

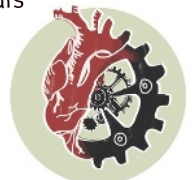
Sous l'impulsion des Prs Antoine Nonclercq et Frédéric Robert, les étudiants de BA2 et BA3 découvriront cette année un laboratoire d'électricité et d'instrumentation entièrement rééquipé. Une première tranche de 20.000 € a été consacrée au renouvellement du matériel de mesure de base: oscilloscopes, multimètres et générateurs de fonction du dernier cri. D'autres budgets sur fonds d'investissement pédagogique seront libérés dans les prochaines semaines pour un total de 60.000 € de matériel. En parallèle, un important travail de réflexion et de conception a été fait par les assistants et techniciens pour renouveler les énoncés des laboratoires de manière à favoriser la compréhension des étudiants. Car les techniques d'enseignement, elles aussi, évoluent. Plus de 300 étudiants en bénéficieront chaque année. De quoi renforcer encore l'attractivité de l'École!

ÉVÈNEMENT

Polytechnique et médecine s'exposent

Le Cercle de Médecine a fêté son 125^e anniversaire et le Cercle Polytechnique son 130^e. À cette occasion, les cercles, liés depuis plus d'une centaine d'années, ont souhaité entretenir cette relation unique en organisant une exposition commune, aidées par leur Faculté et leurs Alumni respectifs. Cette initiative entend traiter le lien particulier entre médecins et polytechniciens (voir en p. 14). Une partie de l'exposition est consacrée aux applications techniques biomédicales: médecins et ingénieurs travaillent de plus en plus ensemble afin de développer des techniques pour améliorer notre quotidien. L'objectif est de démystifier, pour le grand public, certaines de ces applications, parfois complexes mais toujours porteuses d'espoir.

www.cerclepolytechnique.be
www.cercle-medecine.be



IFAC WORLD CONGRESS

Young Author Prize

The paper «Taut Cable Control of a Tethered UAV», co-authored by Marco Nicotra, Pr Roberto Naldi (University of Bologna) and Pr Emanuele Garone, has received an Honourable Mention in the IFAC World Congress Young Author Prize in Cape Town. The Young Author Prize is a prize awarded to an author or authors under the age of 35. The IFAC WC is the leading conference of the International Federation of Automatic Control and is held every 3 years.



Integrated Design

Est-ce que «l'art de construire était une synthèse de la vie en une forme matérielle? Nous devrions réfléchir sous le même chapeau, non pas de manière éclatée mais tous ensemble» (Aalto). Une architecture durable cristallise l'application de multiples connaissances en une conception intégrée. C'est dans cette optique qu'est né le projet Architechnics, initiative de 8 étudiants en architecture et ingénieur (ULB, VUB, La Cambre-Horta, LOCI, Sint-Lucas, UCL). Architechnics consiste en un cycle de 3 conférences (discussions entre un ingénieur et un architecte) en 2015 dédiées à la conception intégrée en Belgique.



architechnics.be



Le bilan 2013-2014

Pour 2013-2014, les activités de la Cellule de coopération au développement de l'École (CODEPO) ont pris place sur trois continents: Afrique, Asie et Amérique du Sud. Elles ont impliqué plus de 20 étudiants, dont 7 ayant bénéficié d'un soutien financier des Alumni afin de concrétiser leur projet sur le terrain. Les thématiques abordées allaient de l'extraction d'huiles essentielles de citronnelle (projet européen Annadya au Cambodge) à l'étude de séchage de semences de cacao (Brésil), en passant par la mise au point d'un système de gestion hospitalière (RDC). Pour un projet avec l'ONG GERES, 5 étudiants de MA1 ont développé un système de purification des huiles du Jatropa Curcas (plante du Mali; notre photo) afin de les utiliser comme carburant pour de petites machines agricoles.



Jennifer Valcke in the spotlight

Jennifer Valcke has received the Rising Star Award from the EAIE (European Centre for Expertise, Networking and Resources in the Internationalisation of Higher Education). The Rising Star Award honours a person who is a recent member of the EAIE and who has already made a notable contribution to international education.

Jennifer is being rewarded for her work in Content and Language Integrated Learning and English-Medium Instruction, in which she provides support to the ULB's academic staff in delivering their content courses in English and other foreign languages.



Project website: <http://clil.ulb.ac.be> / EAIE: www.eaie.org

Armande Hellebois récompensée

Armande Hellebois s'est vu décerner le samedi 18 octobre 2014 au Palais des Académies le Prix Louis Baes (biennale 2012-2013) de la Classe «Technologie et Société» de l'Académie des Sciences, des Lettres & Beaux-Arts de Belgique pour sa thèse de doctorat, «Theoretical and experimental studies on early reinforced concrete structures. Contribution to the analysis of the bearing capacity of the Hennebique system», défendue en juillet 2013. Ce prix honore le nom d'un des plus illustres professeurs du département BATir de l'École.



EN BREF

▼ 12/03/2015

Conférence: «Les nanomatériaux pour l'énergie et la santé», par Sylvie Bégin-Colin

▼ 17/03/2015

Conférence: «La nano-fabrication dans l'industrie des semi-conducteurs», par Philippe Absil

▼ 25/03/2015

Conférence: «Éthique et risque des nanotechnologies», par Céline Kermisch et Philippe Busquin

▼ 30/03/2015

Conférence: «Nanomédecine et nanodiagnostic», par Patrick Couvreur et Robert Muller


▼ 26/05/2015

Déjeuner Conférence Delta: «Et l'ingénieur dans tout ça?»



g^e est une publication de l'École polytechnique de Bruxelles, Université libre de Bruxelles, CP 165/01, avenue Roosevelt 50, 1050 Bruxelles **ÉDITEURS RESPONSABLES** Jean-Claude Maun et Michel Vanderstocken, École polytechnique de Bruxelles, Université libre de Bruxelles, CP 165/01, avenue Roosevelt 50, 1050 Bruxelles **RÉALISATION ET PRODUCTION** ELIXIS Téléphone: 02/640.49.13 Fax: 02/640.97.56. E-mail: info@elixis.be. Web: www.elixis.be. **RÉDACTEUR EN CHEF** Philippe De Doncker **DIRECTEUR DE LA RÉDACTION** Hugues Henry **RÉDACTION** Philippe De Doncker, Claudine De Kock, Élise Dubuisson, Hugues Henry, Candice Leblanc **COMITÉ DE RÉDACTION** Kristin Bartik, Philippe De Doncker, Lionel Delchambre (CP), Abdourahmane Djijoua (BEP), Benoît Haut, Élie Misrahi, André Pening, Georges-Éric Te Kolste, Michel Vanderstocken, Laurent Violon **PHOTOS** Lara Herbinia, Frédéric Raevens, archives ULB **PHOTO DE COUVERTURE** Frédéric Raevens **MAQUETTE** Marie Bourgois **COORDINATION GRAPHIQUE** Frederico Anzalone **IMPRESSION** Artoos **PUBLICITÉ** gsquare@polytechniquebruxelles.be. Trimestriel. Tirage: 4.000 exemplaires. Pour toute suggestion de thème d'article ou pour nous adresser vos dernières nouvelles d'ordre professionnel: gsquare@polytechniquebruxelles.be. Changements d'adresse: alumni@polytechniquebruxelles.be.

Les mentions d'entreprises le sont à titre documentaire. Les articles, dessins, photos illustrant la revue g^e ne comportent pas de publicité. Les articles, opinions, dessins et photos contenus dans cette revue le sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs. Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction réservés pour tous pays.

Philippe Decelle is a middle-aged man with thinning hair, wearing a dark blue sweater over a light-colored collared shirt. He is sitting and smiling at the camera. Behind him is a large, vibrant abstract painting of a mouth with red lips and yellow and white teeth, set against a white background with other abstract shapes in grey and red.

Philippe Decelle (Ingénieur civil des Constructions 1971)

Plastic dreams

C'EST QUOI UN INGÉNIEUR?

UN POLY-TECHNICIEN

«Il faut viser l'approche holistique. C'est Léonard de Vinci: être le plus polyvalent. Aujourd'hui, nous sommes confrontés à un monde de spécialistes qui seront de plus en plus vite dépassés. Nous avons besoin de personnes qui sautent d'une discipline à l'autre.»

UN POISSON FROID

«J'ai toujours calculé les choses, défini en fonction des règles ce qui était juste et ce qui ne l'était pas. Nous avançons comme des machines parfois un peu inhumaines, mais c'est pour cela qu'on nous cherche: se détacher de la sensiblerie. Nous sommes des poissons froids.»



PHILIPPE DECELLE

FONDATEUR DU PLASTICARIUM

Philippe Decelle a œuvré comme gestionnaire de chantier au sein de la Société Générale de Construction (SOGECO), devenue Bouygues Belgique, avant de devenir expert auprès des tribunaux. À 66 ans, retraité, il pose un regard passionnant sur ses deux autres carrières: artiste et collectionneur.

Philippe Decelle a mené une carrière d'ingénieur en points de dentelle. Mais il n'a jamais bridé ses rêves de jeunesse, à l'origine de la création d'un nouveau musée bruxellois: le Plasticarium.

?: UN NOUVEAU MUSÉE VA OUVRIR SES PORTES AU PIED DE L'ATOMIUM, AU TRADE MART: CELUI DE LA COLLECTION D'UNE VIE, LA VÔTRE!

Philippe Decelle: «Une de mes collections... J'en ai constitué une première de verres opalescents. Puis je suis passé aux œuvres en plexiglas avec réfraction de la lumière, comme les colonnes de Jean-Claude Farhi. Jusqu'à ce jour de 1987 quand, avenue Hamoir à Uccle, j'ai trouvé sur les poubelles un siège en plastique signé Joe Colombo... Je me suis dit que, si les gens commençaient à jeter des pièces de grands noms des années 60, il était temps de les préserver. Cette collection s'est constituée de 1987 à 1993 et compte plus de 1.100 objets. Je passais mes week-ends à interviewer des gens, à me documenter, à fouiner, à rechercher de vieux catalogues des firmes Kartell ou Artemide. J'avais comme ouvrage de référence «Italy: the New Domestic Landscape», le catalogue de l'exposition de mobilier contemporain de 1972 au MOMA. Je me suis amusé à rassembler tout ce qui s'y trouvait! Je me suis aussi plongé dans le livre, sorti à l'époque, «L'art et le plastique», pour en déduire que peu de choses avaient été écrites sur ces créations en plastique, ce qui m'a amené à publier «L'utopie du tout plastique 1960-1973», le premier bouquin sur cette période. Nous sortions de la morosité et de la reconstruction de l'Europe, c'était un bonheur total pour notre génération. C'est toute ma jeunesse, tout ce pourquoi j'ai fait mes études.»

?: TOUT CE POURQUOI VOUS AVEZ FAIT VOS ÉTUDES D'INGÉNIEUR?

PD.: «Non (sourire). Depuis tout petit, j'avais entendu: «Tu seras ingénieur comme ton père»! Or je voulais être architecte. Mes parents ne me l'ont pas permis alors j'ai fait ingénieur. Cela m'a semblé assez facile à la sortie de latin-math. Pour m'accrocher, tel un ingénieur, j'avais mis en abscisse mes résultats et en ordonnée le temps, ce qui m'a permis de deviner mes résultats des trois dernières années en faisant une courbe. C'est

prétentieux, mais c'est le cas (sourire). Le diplôme d'ingénieur vous donne certaines certitudes: d'avoir une bonne formation, un emploi, d'être apprécié pour votre côté rationnel. Où est la part de rêve là-dedans? Or j'avais besoin du côté créatif et rêveur. J'ai donc trouvé mon système in-between. Tout en réussissant mes études brillamment à l'École, suivie d'un Master à la George Washington University, j'ai poursuivi ma carrière d'artiste. Les collections également, que j'envisageais de façon très créative, comme une installation. Avec les objets en plastique, j'ai rassemblé tout ce que je ne pouvais pas avoir quand j'avais dix-huit ans et pas un rond. C'est la collection de ma jeunesse, celle de l'image fascinante d'une société qui se construisait avec l'idée du progrès, tandis qu'aujourd'hui, la surconsommation immédiate et le «no future» s'installent...»

?: PRÉSENTER VOTRE COLLECTION SOUS FORME D'UNE INSTALLATION: COMME DANS LA PREMIÈRE MOUTURE DU PLASTICARIUM?

PD.: «Une collection de verres, cela rentre dans un living. Mais quand vous avez notamment une table de trois mètres en polyester armé, c'est plus encombrant. En 1993, j'ai trouvé une maison à Bruxelles Ville où j'ai installé mes ateliers au rez-de-chaussée et ma collection dans les autres surfaces. Or, si collectionner est un acte compulsif, ce qui est amusant, c'est d'en faire profiter les autres. Mon idée, d'où le nom de «L'utopie du tout plastique», était effectivement de présenter l'ensemble dans une maison utopique où, comme pour un salon Louis XV ou une maison Horta où tout est en style classique ou Art Nouveau, tout serait en plastique, des murs jusqu'à la petite cuillère à café... J'y ai organisé une dizaine de visites par an pour des groupes de dix à quinze personnes. Cela a fini par devenir mythique et j'ai pu constater que nous sommes mieux connus hors frontières que dans notre propre village! Des musées étrangers souhaitaient dévoiler ma collection.

SUITE EN PAGE 8

«Fort en dessin, j'ai réalisé de nombreuses affiches de TD ainsi que de la Revue, dont certaines restées emblématiques», se rappelle l'artiste **Philippe Decelle**.



SES ANNÉES POLYTECH (1966-1971)

ART

«J'ai fondé le premier atelier de peinture de l'ULB à l'avenue Jeanne. Mon premier visiteur? Le Recteur André Jaumotte! Il a acheté ma première toile, ce qui a fait mon bonheur.»

CONTESTATION

«En 1968, j'ai 20 ans! Certains de mes professeurs prennent part à la contestation. L'université va changer de Conseil d'Administration sous la houlette du Baron Jaumotte

qui est mon père philosophique. J'ai conservé des liens très forts avec des anciens de ma promo que je revois régulièrement: Philippe Samyn, Alain Radelet, entre autres.»

En 1993, notamment grâce à Diane Hennebert, qui s'occupe aujourd'hui de la Fondation Boghossian, nous avons eu 6.000 entrées à la Fondation pour l'Architecture, puis nous avons réalisé un montage au Passage de Retz à Paris, récompensé par 12.000 entrées. Ce fut ensuite le Groninger Museum (Pays-Bas), réalisé par Philippe Starck, Coop Himmelblau et Alessandro Mendini, avec 67.000 visiteurs. Puis les Salines royales d'Arc-et-Senans (Dijon) pour «Passion Plastique», avec 130.000 entrées. C'est assez fabuleux. En 2001, j'avais aussi prêté 80 pièces au Centre Pompidou pour «Les années Pop». Devenu pour ainsi dire un «produit français», je me suis retrouvé au Grand Hornu, rebaptisé le Centre d'Innovation et de Design (CID).»

?: LE NOM «PLASTICARIUM», C'EST BIEN À VOUS QUE NOUS LE DEVONS?

P.D.: «Oui. Parce que Planetarium, parce que n'importe quoi (sourire). Cela m'a amusé et il faut reconnaître a posteriori qu'aucun autre nom ne pouvait aussi bien se marier avec l'Atomium, qui a racheté les collections pour le futur «Plasticarium, Art & Design Museum» du Trade Mart: il y a -ium à la fin de chacun de deux noms! J'ai pris en charge les visites, chez moi, tant que mon âge le permettait. Après avoir pris ma pension à 66 ans, je me suis dit qu'il était temps de passer la main et de laisser une autorité organiser et préserver cette collection. Ils m'ont enregistré pendant près de deux heures, en vue de conserver mon témoignage, comme celui d'une époque. Si nous n'y prenons pas garde, les jeunes ne se souviendront plus de rien. C'est une nouvelle tranche de la création qui entre dans l'histoire, plus difficile à conserver que des bronzes, mais ainsi va l'époque...»

?: DANS L'ATTENTE DE L'OUVERTURE DU MUSÉE, L'EXPOSITION TEMPORAIRE «ORANGE DREAMS»¹ ATTISE NOTRE INTÉRÊT.

P.D.: «Elle propose sept rêves... Le rêve de living, dévoilant un nouvel art de vivre. Le rêve de cuisine, illustration de la libération de la femme, puis de l'homme, des tâches ménagères. Le rêve de chambre à coucher, le premier espace de liberté du jeune,

avec ses gadgets d'époque comme j'en avais quand j'étais adolescent. Le rêve de nomade, avec l'ancêtre du baladeur: le Teppaz. Le rêve d'espace, avec des extraits de «2001 odyssée de l'espace» de Stanley Kubrick, projetés dans l'un des tuyaux de l'Atomium! Etc. Le tout est accompagné de commentaires. Je me suis aperçu a posteriori, en tant que commissaire, que c'est toute la philosophie d'une génération qui rayonne dans «Orange Dreams». C'est cela qu'il faut sauver: derrière les objets, derrière le matériel, il y a le caractère immatériel, celui aussi qu'a voulu préserver l'Atomium en acquérant ma collection et j'en suis fier. Je ne serai plus là éternellement, mais les objets témoigneront et, à travers eux, un esprit optimiste et de créativité perdurera. Nous en avons énormément besoin aujourd'hui.»

?: LE PLASTICARIUM BÉNÉFICIERA D'UN ESPACE DE 5.000 M²!

P.D.: «Cet espace sera vite occupé. Une partie serait consacrée aux expositions temporaires, 1.000 m² peut-être, sans quoi les visiteurs ne reviennent plus. 1.500 m² seraient réservés aux collections propres et fixes, comme les boules d'éclairage de la cafétéria de la gare de Milan que j'avais pu récupérer - je suis fou (sourire)... Le seul rêve que je n'ai pas concrétisé? Mettre la main sur la Futuro House de Matti Suuronen. Cette maison en plastique atteint des prix tellement stupides que ni moi ni l'Atomium ne pourrions l'acheter. Mais qui sait? Dans le musée, il y a aura aussi une cafétéria et un espace de stockage. Peut-être les stocks seront-ils visibles, comme le fait la Fondation Vitra à laquelle l'Atomium s'est lié? Un autre espace dévoilera les objets post-pop que j'ai rassemblés de 1987 à 2002, une espèce de resucée de la créativité des années 60 dans le contexte du post-modernisme, avec chaque fois de nouvelles matières: le polypropylène (PP) a remplacé l'acrylonitrile-butadiène styrène (ABS), etc. Le musée ouvrira fin de cette année ou début 2016.»



¹ Exposition «Orange Dreams», Atomium, jusqu'au 25 mai: <http://atomium.be/orangedreams>.



Projet BA1

De la pratique à l'éthique?

Près de 200 étudiants de BA1, encadrés par 28 chefs d'équipe de MA1, ont assemblé un réacteur pour y synthétiser du biodiesel, ce carburant (peut-être pas si) écologique...

? LAURENT CATOIRE ET VOUS ENCADREZ LE TRADITIONNEL «PROJET BA1» SUR LE POINT DE S'ACHEVER. QUEL ÉTAIT LE DÉFI?

Gilles Bruylants: «Chaque groupe d'étudiants devait dimensionner puis fabriquer un réacteur dans lequel il a transformé des triglycérides (huile) en esters méthyliques (biodiesel), plus adaptés au fonctionnement d'un moteur diesel classique. C'est l'avantage du biodiesel: il peut partiellement se substituer au diesel traditionnel sans adaptation ni de l'infrastructure de distribution ni du parc automobile (les étudiants ont d'ailleurs dû faire des tests sur un moteur diesel, avec l'aide du service ATM). Il s'agit ici de la partie «chimie» du projet. Car, pour maintenir les réactifs à une certaine température pendant une période donnée, les étudiants ont dû dimensionner un réacteur: trouver le bon isolant, déterminer une quantité de fluide caloporteur, sa température, etc. Ceci leur a offert une belle occasion d'établir un modèle leur permettant de prédire le comportement thermique de leur prototype et, après réalisation, d'adapter ce modèle pour représenter au mieux la réalité expérimentale.»

? VOUS ÉVOQUEZ LES AVANTAGES DU BIODIESEL. ILS NE DOIVENT PAS OCCULTER LES RAVAGES SOCIO-ÉCONOMIQUES ET ÉCOLOGIQUES CAUSÉS PAR LA PRODUCTION DE CE CARBURANT «PROPRE».

G.B.: «Oui, pas question d'avancer avec des œillères. Pour produire ce biodiesel, il faut de l'huile de palme, donc des plantations de palmiers. Ces dernières sont à la base de graves atteintes à l'écologie et à la biodiversité et de problèmes socio-économiques, en Indonésie notamment, où l'industrie procède à la déforestation de forêts primaires. Le biodiesel actuellement utilisé n'est ni vraiment éthique ni véritablement écologique. S'il permet de diminuer la production de gaz à effet de serre, ce n'est peut-être pas aussi flagrant que nous aimerions le croire. En effet, nous n'aurons pas le même bilan carbone final selon la façon dont on répartit les émissions sur le biocarburant et sur la biomasse restante et les sous-produits, car la masse de matière non utilisée pour la production du biocarburant va connaître d'autres

usages, comme l'alimentation animale. Donc, globalement, il n'est pas aussi «vert» que cela. Il est important que les étudiants, plongés dans les aspects scientifiques, puissent sortir de cette bulle pour en prendre conscience.»

? COMMENT FAIRE PASSER CE MESSAGE DE CONSCIENTISATION AUPRÈS DES ÉTUDIANTS?

G.B.: «Nous constatons, en tant que professeurs, qu'il faut parfois un peu forcer la curiosité des étudiants... On pourrait attendre de futurs ingénieurs qu'ils soient curieux et cherchent à apporter des solutions innovantes à des problèmes complexes, mais ils restent généralement très concentrés sur leur cursus et les aspects techniques d'un problème. Nous leur demandons, dans le cadre de ce projet, que les aspects socio-économiques, éthiques et écologiques soient abordés dans le rapport final. Par après, nous pouvons espérer que cette prise de recul soit une attitude quotidienne chez un étudiant provenant d'une université libre-exaministe.»

? QUELS AUTRES ENSEIGNEMENTS TIRER DU PROJET BA1?

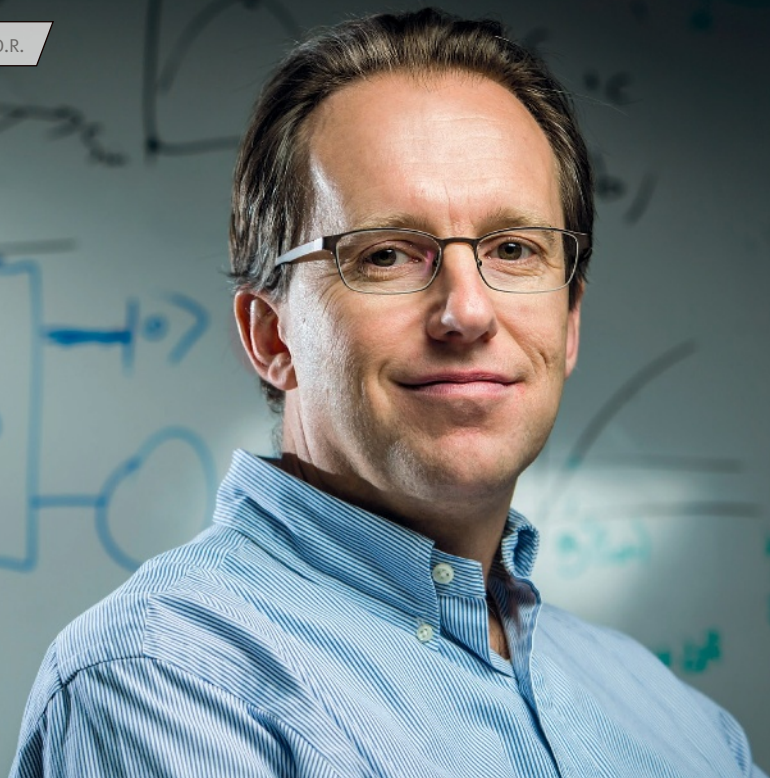
G.B.: «C'est un beau processus d'apprentissage. Les étudiants appliquent de la théorie qu'ils n'ont parfois pas encore vue au cours et ils s'en sortent en général bien. Cela leur montre que, s'ils veulent s'investir dans un projet, ils peuvent y arriver. Ils sont également confrontés à des aspects du métier d'ingénieur difficiles à enseigner dans des cours ex cathedra: respect d'un cahier des charges, fonctionnement d'un groupe. Pour ce dernier aspect, nous avons la chance à l'École de pouvoir compter sur l'appui du BAPP. Enfin, dans le cadre de ce projet où il a été nécessaire de manipuler des solvants organiques et des catalyseurs basiques, Laurent Catoire et moi avons fourni un gros effort pour attirer l'attention des étudiants sur les risques liés à la manipulation de produits chimiques. Nous sommes contents des résultats obtenus, reste à voir de quelle façon ils auront intégré les questions éthiques.»



GILLES BRUYLANTS

PROFESSEUR ASSISTANT

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE BRUXELLES



Nicolas Cerf

La limite quantique des télécommunications

Domaine en pleine expansion, les télécommunications par fibres optiques sont partout aujourd'hui. Mais quelle est la limite ultime de nos canaux de télécommunication? La réponse de **Nicolas Cerf** et **Raul García-Patrón**.

Nous l'entendons tous les jours: nous vivons dans une société de l'information. Mais que recouvre exactement le terme d'information, et comment peut-on quantifier celle-ci? Par ailleurs, les réseaux de télécommunications sont de plus en plus performants, mais quelle est leur limite? Quel est le débit maximum d'un canal de communication?

SHANNON: LES BASES D'UNE THÉORIE

Cette question intéresse de nombreux chercheurs depuis déjà près d'un siècle, mais c'est généralement à Claude Shannon qu'est attribuée la paternité de la théorie de l'information. Cet ingénieur américain a joué un rôle clé, avec notamment le célèbre mathématicien anglais Alan Turing, dans le déchiffrement des codes secrets des nazis durant la seconde guerre mondiale. En 1948, il est le premier à avoir formalisé mathématiquement la notion d'information en termes d'entropie, révélant un lien profond avec la thermodynamique. «Sa théorie est à la base, cinquante ans plus tard, de nombreuses applications comme les codes correcteurs d'erreurs utilisés pour combattre les parasites dans nos téléphones cellulaires ou encore les techniques de

compression de données permettant le streaming sur Internet», explique Nicolas Cerf, directeur du service Quantum Information and Communication (QuIC).

UNE FORMULE UNIVERSELLE

Shannon établit notamment une formule célèbre qui décrit la capacité d'un canal de communication à bruit blanc gaussien. C'est-à-dire le taux de transmission maximum qui peut idéalement être atteint par encodage dans un canal où le signal est entaché d'un bruit statistiquement distribué suivant une loi de Gauss et dont le spectre en fréquence est «plat» dans une bande donnée. Plus précisément, la formule de Shannon s'énonce $C = B \log_2(1 + P/N)$.

- C est la **capacité** (exprimée en bits/sec)
- B est la **largeur de bande** (en Hz)
- P/N est le **rapport de la puissance du signal sur la puissance du bruit**.

«Cette formule est universelle, et c'est tout son intérêt: elle ne dépend pas du procédé physique utilisé pour la communi-



cation, qu'il s'agisse d'impulsions électriques circulant dans un fil, d'ondes radio se propageant dans un câble coaxial ou en espace libre, etc.», détaille Nicolas Cerf. Sauf que Shannon considérait les communications dans le cadre de la physique classique, ignorant implicitement les porteurs microscopiques de l'information – par exemple les électrons formant le courant électrique. Autant cette approximation était justifiée pour les communications qui occupaient Shannon à son époque, autant ceci pose aujourd'hui question d'un point de vue fondamental.

LIMITE QUANTIQUE DE LA THÉORIE DE SHANNON

«Actuellement, les réseaux de télécommunications reposent en grande partie sur la fibre optique et l'envoi de messages sous forme d'impulsions lumineuses. Il est donc important aussi de connaître les limites de ce type de communications.» Et c'est là que la physique quantique entre en piste: «Vu les très hauts débits que permettent aujourd'hui ces réseaux optiques, on est amené à traiter des impulsions lumineuses de plus en plus courtes, dont la puissance en bout de ligne devient excessivement faible pour de longues portées. On tend donc progressivement vers un régime où l'on ne peut plus négliger les particules composant ces impulsions: les photons. Ce qui nous fait basculer du cadre de la physique classique vers celui de la physique quantique».

Les premiers travaux dans ce domaine sont attribués au physicien américain James Gordon et datent de 1962. Cependant, il faudra attendre les années 90 et la naissance des sciences de l'information quantique pour que des chercheurs développent les outils appropriés permettant d'aborder ce problème.

LES CANAUX BOSONIQUES GAUSSIENS

Le chercheur russe Alexander Holevo formalise alors dans un cadre quantique le calcul de la capacité de ce qu'on nomme les canaux bosoniques gaussiens – les photons appartenant à la famille de particules appelées bosons. «Le cas limite d'un canal optique idéal, sans aucune atténuation ni bruit, permet d'appréhender simplement le problème», affirme Raul García-Patrón, chercheur au QuIC.

SUITE EN PAGE 12

L'ENTROPIE D'UN MESSAGE

C'est de ses travaux visant à casser les codes nazis que Claude Shannon tira son inspiration sur ce qu'il appelle l'entropie d'un message, mesure statistique de la quantité d'information qu'il contient. Supposons que nous ayons M messages possibles et que la probabilité d'émission du $i^{\text{ème}}$ message soit p_i . D'après Shannon, la «surprise» qui survient lors de l'observation du $i^{\text{ème}}$ message peut se mesurer par $-\log_2 p_i$. Plus le message est rare, plus on est surpris de l'observer. Pour un flot de messages successifs, la valeur moyenne de la «surprise» devient:

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

Cette expression est appelée entropie de Shannon et son unité est le «bit». On peut voir H comme l'incertitude moyenne ou, à l'inverse, comme l'information contenue dans un message: c'est le nombre moyen de questions auxquelles il faut répondre par un bit – «oui» ou «non» – pour réduire le champ des possibles et identifier le message. Si les M messages ont tous la même probabilité $1/M$, on trouve simplement $H = \log_2 M$. Par exemple, l'annonce de la carte tirée au hasard dans un jeu de cartes apporte une information de $\log_2 32 = 5$ (il faut bien 5 bits pour coder le numéro de la carte en binaire).



UNE RECHERCHE À 4 MAINS

Pour parvenir à ces résultats, Raul García-Patrón et Nicolas Cerf ont travaillé de concert tantôt à l'ULB, tantôt à l'étranger.

2007

Après une thèse au QuIC dans le domaine de la cryptographie quantique, Raul García-Patrón part en postdoc au MIT de Boston. Il y rencontre des spécialistes des communications optiques quantiques travaillant sur la limite quantique de la théorie de Shannon.

2009 ET 2010

Sa curiosité piquée, Nicolas Cerf prend deux congés sabbatiques au MIT pour s'attaquer également à ce problème avec son ancien étudiant.

2013

Fort des connaissances acquises et des contacts scientifiques noués à l'étranger, Raul García-Patrón revient à l'ULB et y termine ses travaux avec Nicolas Cerf.

2014

Nicolas Cerf et Raul García-Patrón publient l'article «Ultimate classical communication rates of quantum optical channels» dans la revue *Nature Photonics* (article cosigné avec Vittorio Giovannetti et Alexander Holevo).

Nicolas Cerf voit en ce sujet une occasion unique d'associer la physique quantique fondamentale et l'ingénierie des télécommunications.



«Si nous abordons ce canal par le biais de la théorie de Shannon, nous faisons vite face à une aberration puisque celle-ci indique que la capacité serait infinie (pour $N=0$). Or, physiquement, c'est inexact car le canal reste inévitablement entaché par un bruit d'origine quantique appelé bruit de photons.» Tenant compte de ce bruit de photons, Holevo ébauche une formule quantique de la capacité, mais il reste une grosse ombre au tableau: une conjecture mathématique non démontrée.

UN OBSTACLE DÉJOUÉ

Cette conjecture était considérée comme l'un des problèmes ouverts les plus difficiles de ce domaine. C'est dire si les travaux de Nicolas Cerf et Raul García-Patrón sont significatifs! Il s'agissait de prouver que, parmi tous les encodages quantiques possibles, c'est l'encodage gaussien qui est optimal. «Nous avons pris le problème sous son angle le plus élémentaire possible, en le ramenant à la tâche de minimiser l'entropie de sortie du canal gaussien», commente Nicolas Cerf. «Le défi était de montrer que c'est l'état du vide quantique à l'entrée du canal qui réalise ce minimum. Même si cela s'énonce simplement, c'était loin d'être simple à démontrer, et c'est grâce à un raisonnement reposant sur des notions avancées de physique quantique que nous sommes arrivés à bout de ce problème.»

L'état du vide quantique étant gaussien, l'encodage optimal était gaussien également, et la boucle était bouclée. Nicolas Cerf et Raul García-Patrón ont alors pu résoudre ce problème énoncé par Gordon il y a plus d'un demi-siècle, et valider la forme «quantiquement compatible» de la capacité de Shannon.

À côté de son intérêt conceptuel, cette version parachevée de la formule de Shannon ouvre la perspective d'accroître les performances des réseaux de télécommunications optiques grâce aux possibilités offertes par les technologies quantiques. Sur un ton plus futuriste, certains scientifiques osent même rêver tout haut de l'avènement, un jour, d'un véritable «Internet quantique»². ▼



¹ V. Giovannetti, R. García-Patrón, N. J. Cerf, and A. S. Holevo, «Ultimate classical communication rates of quantum optical channels», *Nature Photonics* 8, 796 (2014).

² H. J. Kimble, «The quantum internet», *insight in Nature* 453, 1023 (2008).

NICOLAS CERF

🎓 **1987** Ingénieur civil électro-mécanicien (ULB) /
Depuis 1998 Professeur à l'EPB où il dirige actuellement le service Quantum Information and Communication (QuIC)

RAUL GARCÍA-PATRÓN

🎓 **2003** Ingénieur civil physicien (ULB) / **Actuellement** chercheur titulaire d'un mandat de retour de la Politique scientifique fédérale (BELSPO) au sein du service QuIC

CAP SUR L'ENCODAGE GAUSSIEN

De la formule de Shannon...

Shannon démontre que le taux de transmission maximum (la capacité) pouvant être atteint dans un canal s'obtient en maximisant la différence $H_{\text{out}} - H_{\text{noise}}$, où H_{noise} est l'entropie du signal de sortie obtenu lorsque le signal d'entrée est mis à zéro (entropie du bruit seul), tandis que H_{out} est l'entropie de la sortie entachée de bruit. La formule emblématique de Shannon décrit la capacité d'un canal affecté par un bruit gaussien et blanc dans une bande spectrale B . Un tel bruit est omniprésent car il résulte naturellement, en vertu d'un théorème statistique, de l'addition de perturbations indépendantes. Shannon montre que $H_{\text{noise}} = B f(N/u)$, où N est la puissance de bruit, u est une unité de puissance arbitraire, et $f(x) = \log_2 x$. De même, si P est la puissance d'entrée, la sortie bruyante aura la puissance $P + N$ et son entropie sera $H_{\text{out}} = B f(P/u + N/u)$. En exprimant la différence d'entropies (en fait d'entropies par seconde), nous trouvons la capacité $C = B \log_2(1 + P/N)$, fonction du rapport P/N de la puissance du signal sur celle du bruit. À noter que seul le terme H_{out} doit être maximisé pour atteindre la capacité, alors que H_{noise} n'intervient pas.

...à sa version quantique

Les choses sont tout autres dans le cas quantique! La capacité du canal bosonique gaussien s'écrit également comme une différence d'entropies (quantiques), mais il ne suffit plus de maximiser le terme H_{out} seul car le principe d'incertitude de Heisenberg exclut de mettre à zéro un signal quantique! Grâce à la preuve de la conjecture, qui implique que H_{noise} est minimum si l'entrée est le vide quantique, les chercheurs ont montré qu'il faut remplacer la fonction $f(x)$ par $g(x) = (x + 1) \log_2(x + 1) - x \log_2 x$, où x devient un nombre moyen de photons. En effet, l'énergie d'une impulsion (puissance intégrée sur la durée de l'impulsion) vaut le nombre de photons qu'elle contient multiplié par le quantum d'énergie $h\nu$, où h est la constante de Planck et ν est la fréquence. La capacité s'exprime donc comme $C = B g(P + N) - B g(N)$, où P et N décrivent ici le nombre moyen de photons reçus contribuant respectivement au signal et au bruit. On vérifie que la divergence $f(0) \rightarrow -\infty$ responsable de tous les maux de la formule de Shannon a disparu ici, puisque $g(0) \simeq 0$. D'autre part, on retrouve bien la formule de Shannon à la limite classique puisque $g(x) \simeq f(x)$ quand $x \rightarrow \infty$, c'est-à-dire quand le nombre de photons de signal et de bruit est énhaurme dans chaque impulsion.



En direct des labos

ÉNERGÉTIQUE ET MATÉRIAUX

Graphène et aérospatiale

Le projet «Graphene Loop Heat Pipe», porté par le prestigieux consortium européen Graphene Flagship, a débuté à l'ULB en octobre 2014. En collaboration avec deux compagnies et une université, l'objectif est de tirer parti des propriétés exceptionnelles du graphène afin d'améliorer les performances des boucles diphasiques à pompage capillaire utilisées dans le domaine aérospatial. En particulier, un dépôt de graphène au niveau de l'évaporateur devrait fournir des pressions capillaires permettant le fonctionnement du dispositif dans des conditions extrêmes d'hypergravité. Cela représenterait une opportunité unique pour révolutionner certains processus industriels, comme l'anti-givrage des pales d'hélice ou de rotor. La construction de deux boucles LHP, dont l'une à l'ULB, est prévue dans ce projet, ainsi que le test de cette dernière boucle à la centrifugeuse de l'ESA, à l'ESTEC.



Partenaires: Atherm (France), Selex ES (Italie), FMF – Université de Freiburg (Allemagne).

Responsables du volet ULB (MRC):
Marine Narcy, Cosimo Buffone.

FLUIDES

Tension de surface

Dans le cadre du réseau PAI MicroMAST, l'ULB (B. Scheid) et l'ULg (S. Dorbolo et J. Zawala) étudient la dynamique des antibulles. Une antibulle est un objet sphérique constitué d'une goutte centimétrique enveloppée par un film d'air micrométrique. Le drainage de l'air rend l'objet éphémère, le temps de vie dépendant de la nature des interfaces peuplées de surfactants, ce qui avait été mis en évidence précédemment (PRL 109:264502, 2012). Les deux équipes ont démontré que la dissolution de l'air, en compétition avec le drainage, permet d'expliquer l'indépendance du temps de vie des antibulles avec leur rayon, comme rapporté dans la plupart des travaux expérimentaux. Ces résultats, qui renforcent la possibilité d'utiliser l'antibulle comme rhéomètre de surface, ont été publiés dans la revue *Soft Matter* (10:7096, 2014).

CHIMIE-PHYSIQUE

Séquestration de CO₂

L'instabilité de Rayleigh-Taylor est un phénomène apparaissant lorsqu'un fluide en surplombe un autre de densité moindre. Les mouvements de liquide (convection naturelle) résultant contribuent e.a. au refroidissement d'une tasse de café, car ils amplifient les transferts de matière et de chaleur. Ces instabilités sont fort étudiées e.a. pour le développement des techniques de séquestration du CO₂ dans des aquifères salins. Une étude du TIPs sur l'absorption du CO₂ par des solutions alcalines a conduit à des résultats surprenants: sous certaines conditions, les instabilités de Rayleigh-Taylor peuvent non seulement adopter un comportement oscillant inédit, mais en plus, elles peuvent prendre place sans amplifier l'absorption, contrairement à ce qui est généralement attendu. En matière de séquestration du CO₂, ce résultat a toute son importance.



C. Wylock et al. *J. Phys. Chem. B.* 118, p. 11323-11329.

MATÉRIAUX

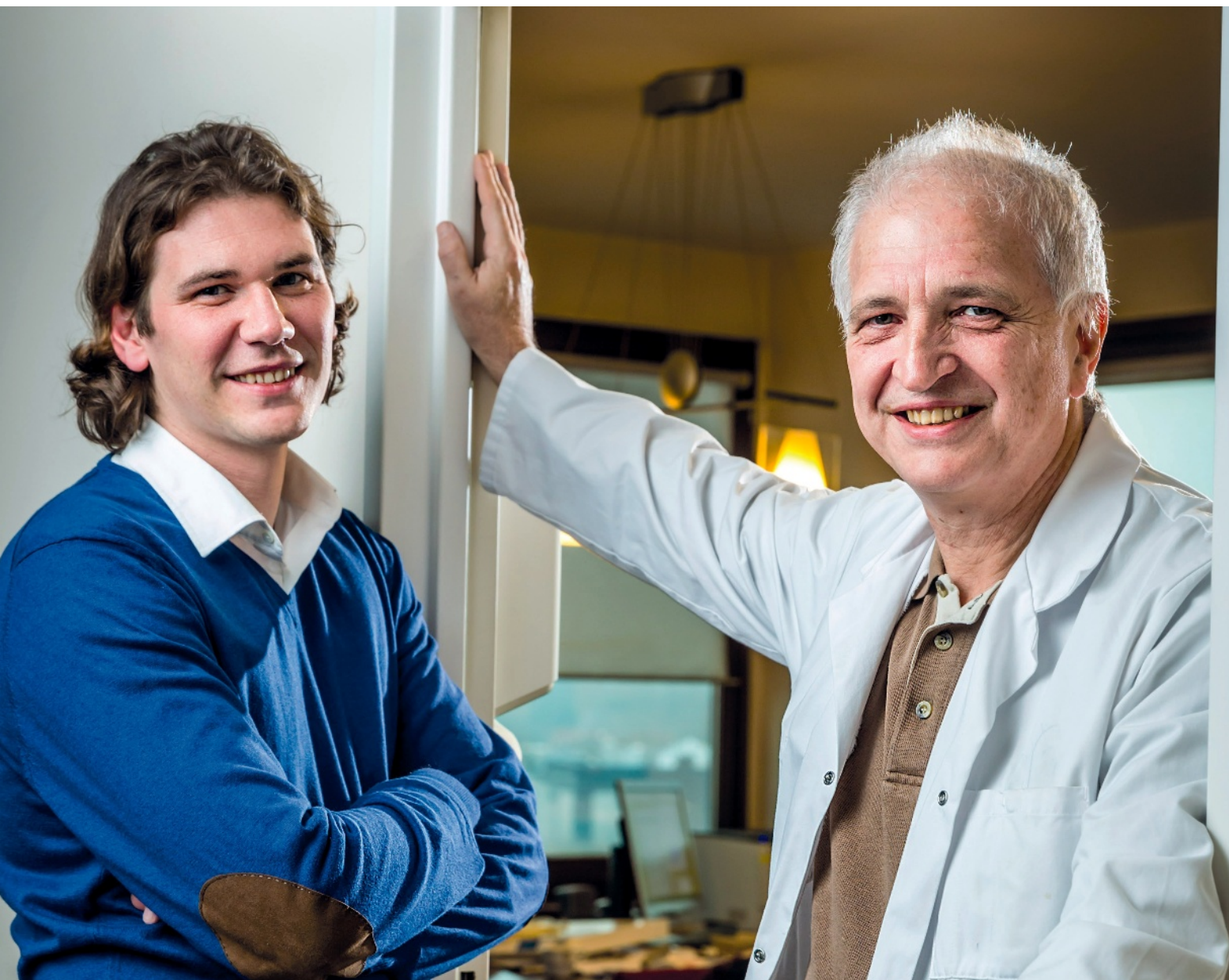
4MAT recycle et valorise

Pour un projet CWALity en partie subsidié par la Wallonie, la société Reconvall et le service 4MAT ont conçu un additif limitant la désintégration des scories en sidérurgie. La scorie «brute» est produite à hautes températures (1.500-1.700°C). Au cours du refroidissement, elle se désagrège produisant une quantité importante de fines particules aux applications très limitées. Les scories sont stabilisées par l'addition de composés de bore, or cette option ne répond pas à la directive REACH et

elle sera vite bannie. Le Sicastab offre une solution acceptable du point de vue environnemental et économiquement viable. Les granulats produits sont utilisables dans l'industrie routière. Le labo 4MAT a étudié les modes d'action des additifs à petite échelle et a établi, avec Reconvall, la formulation du Sicastab. La montée en échelle a été rapide: en moins de 2 ans, les essais sont passés de 20 g au labo à 20 t dans une entreprise sidérurgique! Ces résultats ont fait l'objet d'un dépôt de brevet.

Nicolas Cauche et Jacques Devière

L'ingénieur et le médecin



C.V. EN BREF

▼ NICOLAS CAUCHE

Né en 1979 / Ingénieur civil Mécanicien (2002) / Diplôme d'études avancées en sciences appliquées (2003, ULB) / Chercheur au BEAMS entre 2004 et 2008 et depuis 2011 / Fonde la spin-off EndoTools Therapeutics en 2009 / Thèse de doctorat en 2014

▼ JACQUES DEVIÈRE

Né en 1958 / Diplôme de médecine (1983, ULB) / Spécialisation gastroentérologie (1983-1988) / Thèse de doctorat en 1991 / Directeur du Laboratoire de gastroentérologie de l'ULB depuis 1997 / Chef du service de gastroentérologie de l'Hôpital Érasme depuis 1998

Le **Pr Jacques Devière** est chef du service de gastroentérologie à l'Hôpital Érasme. **Nicolas Cauche** est ingénieur civil mécanicien au BEAMS¹. Ensemble, ils mettent au point des outils d'endoscopie innovants.

?: RAPPELEZ-NOUS CE QU'EST L'ENDOSCOPIE THÉRAPEUTIQUE ET SES AVANTAGES POUR LE PATIENT.

Jacques Devière: «L'endoscope est un tube flexible muni d'une caméra que l'on introduit dans le corps par les voies naturelles (bouche, anus, etc.), soit dans une perspective diagnostique, soit à visée thérapeutique. En endoscopie thérapeutique, on introduit de petits instruments chirurgicaux dans l'endoscope. Cette technique mini-invasive permet d'opérer sans "ouvrir" le patient: moins vous ouvrez de parois et de tissus, plus vite il se remet de son intervention et meilleure est son évolution.»

?: QUAND ET COMMENT A COMMENCÉ VOTRE COLLABORATION?

J.D.: «En 2003, mes confrères et moi-même nous interrogeons sur la façon d'améliorer notre pratique de l'endoscopie thérapeutique. Nous étions limités dans les mouvements que nous pouvions imprimer aux instruments chirurgicaux introduits dans l'endoscope, car ceux-ci se trouvent toujours dans le même axe que la caméra. Pour gagner en mobilité et réaliser des mouvements chirurgicaux de base, il nous fallait un système permettant d'obtenir un abord angulaire avec les instruments, un système de triangulation. J'ai demandé au Pr Alain Delchambre qui, au BEAMS, serait susceptible de nous aider. J'ai rencontré Nicolas!»

?: VOTRE PREMIER PROJET COMMUN: LA MISE AU POINT D'ENDOMINA®. DE QUOI S'AGIT-IL?

Nicolas Cauche: «C'est un système de triangulation universel pour la gastroentérologie. Il se présente sous la forme d'une plateforme amovible qui se fixe in situ sur l'endoscope. La plateforme est composée de deux canaux opératoires dans lesquels peuvent être introduits divers instruments. Ces canaux sont actionnés par un système à câbles qui permet de positionner et d'orienter les instruments dans l'espace de travail. De cette manière, le gastroentérologue maîtrise les mouvements nécessaires pour réaliser une chirurgie "à deux mains" par les voies naturelles.»

?: QUELLES SONT LES APPLICATIONS POSSIBLES D'UN TEL SYSTÈME?

J.D.: «Actuellement, la principale indication concerne le traitement chirurgical restrictif de l'obésité, qui consiste à réduire le volume de l'estomac. La chirurgie endoscopique est intéressante chez les patients obèses, car elle nous évite de devoir "couper" à travers une épaisse couche adipeuse, ce qui peut considérablement diminuer les risques opératoires et post-opératoires. Nous commençons d'ailleurs une étude clinique portant sur des sujets obèses. À terme, Endomina® pourra s'envisager pour d'autres applications comme la résection de tumeurs cancéreuses.»

?: LE CONCEPT DE DÉPART A FAIT DES ÉMULES AU BEAMS...

N.C.: «Oui! En 2009, j'ai créé EndoTools Therapeutics, une spin-off destinée à poursuivre le développement de tels outils. En 2011, je suis retourné à l'ULB pour faire ma thèse et continuer à développer les collaborations entre médecins et ingénieurs. C'est là qu'une équipe d'une dizaine de chercheurs s'est créée, travaillant sur des aspects complémentaires du système de triangulation. Exemples: un capteur de force qui cherche à restituer au gastroentérologue, voire à amplifier, la force d'interaction entre les tissus et les instruments, un système de balayage laser capable d'effectuer des mesures précises, etc. Sept brevets ont été déposés et le montant des subsides obtenus s'élève à 4,5 millions €.»

?: COMMENT S'ORGANISE LA COLLABORATION ENTRE LE BEAMS ET LE SERVICE DE GASTROENTÉROLOGIE D'ÉRASME?

J.D.: «À Érasme, des locaux dédiés à l'ingénierie biomédicale ont été installés à côté du laboratoire de gastroentérologie. Bien qu'ils soient rattachés au BEAMS, Nicolas et les autres ingénieurs de l'ULB et d'EndoTools Therapeutics font partie de l'équipe. Notre collaboration est privilégiée, car informelle: pas besoin de s'envoyer des mails; on se parle directement, en toute confiance. Médecins et ingénieurs travaillent main dans la main pour penser et élaborer de nouvelles technologies médicales qui, en plus, ont des perspectives économiques, puisque nous espérons commercialiser Endomina® l'an prochain.»

N.C.: «J'aime travailler dans le milieu médical. D'abord, c'est un domaine très spécifique de l'ingénierie, qui vise, au final, à améliorer la santé des gens. C'est gratifiant! Ensuite, j'apprécie le côté multidisciplinaire de cette collaboration. Nous, ingénieurs, travaillons directement avec les médecins, qui seront eux amenés à manipuler les outils innovants que nous concevons. Jacques et ses collaborateurs peuvent rapidement tester un prototype au labo et nous faire part de leurs remarques ou demandes: c'est pratique! Enfin, cette collaboration permet au BEAMS de travailler avec d'autres équipes de recherche: le service d'Électromagnétisme et de Télécommunications et celui des matériaux polymères et composites d'UMons, le service d'automatique et d'analyse des systèmes de l'ULB, etc. La réputation de Jacques n'est plus à faire et nous ouvre des portes, non seulement dans le domaine de la gastroentérologie, mais aussi auprès de potentiels partenaires privés ou institutionnels, susceptibles de financer notre recherche, voire de lui donner un débouché commercial. Tout le monde y gagne!» ▼



¹ Service «Bio, Electro And Mechanical Systems» de l'École polytechnique de Bruxelles.

Cycle de conférences 2015

Plongée dans la nanosphère

Invisibles par leur taille, les nanomatériaux se faufilent dans toutes les technologies, jusqu'à préfigurer l'émergence du «transhumain». **Céline Kermisch** (ICEM 2000) et **Philippe Busquin**, orateurs d'une même conférence, les tiennent cependant à l'œil.



? : RAPPELEZ-NOUS LE CONTEXTE DE VOS PREMIERS CONTACTS AVEC LES NANOTECHNOLOGIES.

Philippe Busquin: «J'étais alors Commissaire européen à la Recherche, de 1999 à 2004. Le climat était particulier: nous étions en plein traumatisme avec la question des OGM, frappés d'un moratoire, et leur acceptabilité en Europe. Avec les nanotechnologies, une préoccupation s'est imposée: ne pas répéter les mêmes erreurs, soit ne pas les introduire de force dans la société afin d'éviter un rejet. J'ai ensuite publié en 2003 le premier document de la Commission européenne sur les nanotechnologies; il y était spécifié que nous financions les recherches d'ingénieurs, de physiciens, de biologistes, etc., mais également celles sur les impacts dans la société, entre autres sous l'angle de la toxicité, ainsi qu'en sciences humaines pour en évaluer le risque. Lors de notre conférence sur l'éthique, j'aborderai la question des nanotechnologies sous l'angle institutionnel. J'ai également été Président du STOA (Science and Technology Options Assessment), un organisme parlementaire, puis membre du Comité Mondial d'Éthique des Sciences et Technologies (COMEST) qui, dès 2008, publiait «Les nanotechnologies et l'éthique» et «Éthique et politique des nanotechnologies».

Céline Kermisch: «C'est par le biais de l'éthique que je suis entrée en contact avec les nanotechnologies et c'est par ce biais-là que je les aborderai lors de la conférence. J'ai travaillé depuis 2004 au Centre de Recherche Interdisciplinaire en Bioéthique (CRIB, <http://crib.ulb.ac.be>) sur la question du risque technologique, sur les enjeux éthiques qui lui sont associés et sur sa perception, à laquelle j'ai consacré ma thèse en Philosophie, études que j'ai suivies après celles d'Ingénieur civil. Dès 2009, des collègues ont commencé à s'intéresser au mouvement du transhumanisme: l'idée est d'améliorer technologiquement l'être humain, pour en faire un «surhomme» en quelque sorte. J'ai compris qu'une grande partie de la réflexion éthique menée

/ SUITE EN PAGE 18

LES CONFÉRENCES EN PRATIQUE

JEUDI 12 MARS - LES NANOPARTICULES: NOUVEAUX MATÉRIAUX POUR L'ÉNERGIE ET LA SANTÉ



Sylvie Bégin-Colin: diplômée de l'université de Nancy, elle est Professeur à l'École européenne de Chimie, Polymères et Matériaux de l'Université de Strasbourg (ECPM) qu'elle dirige depuis

2013, en tant que première femme à ce poste!

«Dans le domaine de l'énergie, l'élargissement du marché des batteries et les exigences toujours plus grandes en termes de cyclabilité, de coût et de performances nécessitent de développer de nouveaux matériaux d'électrodes. Les nanostructures d'oxyde de fer sont, dans ce contexte, très prometteuses. Un procédé original a été mis au point pour la production en grandes quantités des nanostructures d'oxyde de fer qui, combinées à des feuillets de graphène, présentent des propriétés remarquables. En ce qui concerne les applications bio-médicales, notre équipe développe de nouvelles générations de nano-objets combinant imagerie et thérapie.»

MARDI 17 MARS - LA NANO-FABRICATION DANS L'INDUSTRIE DES SEMI-CONDUCTEURS



Philippe Absil (ICPhys 1997): depuis 2013, Directeur du département de R&D des technologies 3D et Optique au sein d'imec, unité de R&D des technologies de

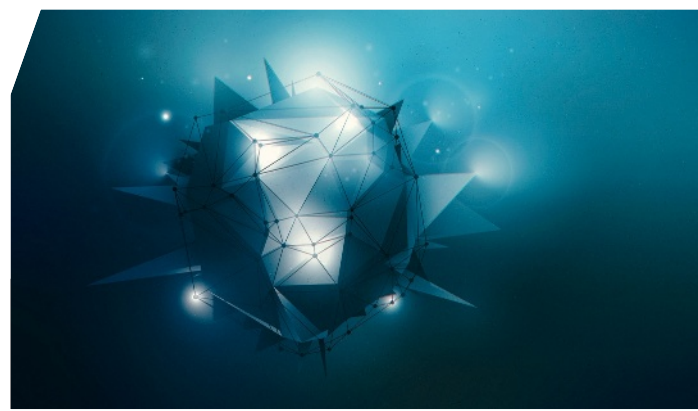
procédés, il est aussi responsable du développement de la plate-forme technologique de photonique depuis 2009.

«L'industrie des semi-conducteurs s'est développée sur base des lois de Moore et Dennard. La première prédit que la miniaturisation des transistors permet leur doublement par puce tous les deux ans, à coût constant. La seconde précise que cette miniaturisation permet une amélioration des performances de 40% pour une même consommation énergétique. Ces lois ont régi le développement des puces jusqu'au milieu des années 2000 en diminuant les dimensions du transistor sans en changer l'architecture ni les matériaux. Depuis, l'introduction de chaque nouvelle génération a nécessité un «saut» technologique par de nouveaux matériaux ou de nouvelles architectures. Aujourd'hui, la R&D se concentre sur des technologies qui font appel à des techniques de nano-fabrication. Les options étudiées ainsi que les défis à relever afin de prolonger la loi de Moore pour une nouvelle décennie seront discutés.»

MERCREDI 25 MARS - NANOTECHNOLOGIES: ENJEUX ÉTHIQUES ET ENCADREMENT PAR LES INSTANCES INTERNATIONALES

Céline Kermisch (ICEM 2000), Philippe Busquin: voir notre article principal.

/ SUITE EN PAGE 18



sur les nanotechnologies ne porte pas sur les nanomatériaux déjà utilisés couramment, mais sur ce courant transhumaniste et ce qui le sous-tend: les technologies convergentes ou NBIC (nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et sciences cognitives). Or il m'a semblé important de ne pas se contenter de s'intéresser à ces technologies spéculatives. Il fallait aussi encadrer les technologies déjà développées, pour éviter la fuite en avant.»

PB: «Le fait que ce concept de changer l'homme se soit greffé aux sciences de pointe est un problème. Cela change la relation entre la science et la société d'une manière assez fondamentale. La biologie de synthèse doit faire face aux mêmes problèmes: elle est sans cesse questionnée sur ce qu'elle pourrait engendrer... La physicienne Catherine Bréchnignac a dit: "On n'aurait pas dû inventer le mot nanotechnologies, nous aurions eu la paix" (rires). À cause de ce questionnement sur le transhumanisme, certaines nanotechnologies, comme les nanotubes de carbone qui modifient les propriétés mécaniques et chimiques de matériaux, sont freinées dans leur développement.»

CK: «Nous sommes dans la société du risque, selon la terminologie d'Ulrich Beck: technologique, sanitaire, environnemental, financier... Ce qui peut occulter les bénéfices associés à ces développements. Par ailleurs, les nanotechnologies sont source d'émerveillement, mais le label "nano" est tellement vaste qu'il perd son sens: il englobe tout aussi bien le nanoargent utilisé dans les chaussettes anti-odeurs que la vectorisation de médicaments, bien plus fondamentale du point de vue sociétal que les développements cosmétiques.»

? LES CONFÉRENCES DE PATRICK COUVREUR, SUR LES NANOMÉDICAMENTS, ET DE ROBERT MULLER, SUR LES NANOTRACEURS, SERONT CERTAINEMENT ÉCLAIRANTES DE CE POINT DE VUE!

PB: «Passionnantes! La technologie permet désormais d'intervenir sur une tumeur sans effet sur les autres tissus sains. Les gens acceptent facilement ce type de progrès, car il a des répercussions directes sur leur propre santé.»

CK: «Dans les rapports entre science et société, la médecine a une place à part, car elle touche à l'humain. Dans un cadre médical, il y a un acte volontaire et le consentement du patient.»

PB: «Une dynamique sociétale est alors à l'œuvre, souvent menée par des associations de patients. Ce phénomène n'existe pas dans d'autres domaines des sciences et des technologies.»

CK: «Sans vouloir donner l'image du philosophe technophobe – ce n'est pas mon cas! –, en termes de dangers éthiques, il faut prêter attention à des développements en nanomédecine également. Ne peut-on craindre que cette médecine super performante, potentiellement très onéreuse, ne renforce une médecine à deux vitesses? Autre question: celle de la responsabilité. Avec ces puces permettant de réaliser des analyses des paramètres vitaux ou de délivrer des médicaments, en cas de problème, qui sera responsable? Le médecin qui a implanté la puce? Le fabricant de celle-ci? L'individu qui aurait fait une fausse manœuvre? Cela peut encore paraître de la science-fiction, mais cette évolution pourrait s'accélérer beaucoup plus vite que nous le pensons et la question de la responsabilité sur le plan éthique est l'une des interrogations fondamentales.»

➤ LUNDI 30 MARS - NANOMÉDICAMENTS ET NANOTRACEURS



Patrick Couvreur: Professeur de Pharmacotechnie à l'Université Paris-Sud, membre de l'Institut Universitaire de France (IUF), il est reconnu au niveau international pour ses travaux pionniers dans le domaine de la vectorisation des médicaments (nanomédicaments) pour lesquels il a obtenu de nombreuses distinctions scientifiques.

«De nombreux (candidats) médicaments présentent des caractéristiques peu favorables au passage des barrières biologiques qui séparent le site d'administration du site de l'action pharmacologique. Pour pallier ce problème, la recherche en galénique a permis d'imaginer des systèmes sub-microniques d'administration capables de protéger la molécule active de la dégradation et d'en contrôler la libération dans le temps et dans l'espace. Ces concepts seront illustrés au travers du développement de nanomédicaments capables de traiter des pathologies cancéreuses, infectieuses et neurologiques pour lesquelles peu de traitements sont disponibles.»



Robert Muller: Doyen de la faculté de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Mons de 2005 à 2013, il est Professeur émérite à l'Université de Mons depuis 2013 et est directeur scientifique du Centre de Microscopie et d'Imagerie Moléculaire des Universités de Bruxelles et de Mons.

«L'imagerie moléculaire est une technique de diagnostic qui vise à révéler et analyser, dès leur stade précoce, les manifestations moléculaires de pathologies souvent révélées trop tardivement par les méthodes classiques. Parmi l'arsenal des méthodes d'imagerie médicale, l'imagerie de résonance magnétique (IRM) se distingue par son innocuité et ses hautes résolutions spatiale et temporelle. Le recours à des nanotraceurs spécifiques et sensibles permet d'augmenter le contenu des explorations. Les nanoparticules magnétiques se révèlent de puissants composants de ces traceurs dont la mise au point est une tâche multidisciplinaire qui requiert notamment les compétences de chimistes, de physiciens de biologistes et d'ingénieurs.»



Inscription aux conférences obligatoire: cyclealumni2015-nano.eventbrite.fr



Gratuit pour les étudiants et pour les membres de l'École polytechnique de Bruxelles Alumni. 10 € pour les non-membres. Chaque intervention débute à 19h00 et est suivie d'un drink convivial dans le hall situé devant la salle de conférence.



THE WORLD IS YOURS !



SGI Belgique, active depuis 50 ans dans le secteur de la construction et filiale du groupe international SGI Consulting, vous ouvre les portes du monde.

Le Groupe SGI, présent dans 30 pays avec plus de 180 collaborateurs et ingénieurs-conseils, s'est forgé depuis plus d'un siècle une solide réputation d'ingénierie dans les domaines du **transport**, du **bâtiment**, de **l'eau**, de **l'environnement** et de **l'énergie**. Sa différence ? Une diversité culturelle unique issue de ses implantations européennes et africaines.

Votre talent n'a pas de frontière : rejoignez-nous et ensemble, inventons notre futur !



L'INGENIERIE EN MOUVEMENT



- Le Groupe SGI**
- _ Bruxelles
 - _ Namur
 - _ Luxembourg
 - _ Genève
 - _ Chambéry
 - _ Lyon
 - _ Ibadan
 - _ Rabat
 - _ Alger
 - _ Dakar

Siège (Luxembourg) Filiales Marchés

Contact > T. +32 2 734 31 50 - info.bxl.be@sgigroupe.com - www.sgigroupe.com



« Il appartient à ceux qui en ont le pouvoir
de promouvoir la recherche fondamentale
et sa diffusion à tous les niveaux »

LA FONDATION ULB annonce la création du

FONDS PRIX NOBEL FRANCOIS ENGLERT

dédié à la recherche d'excellence en sciences exactes et naturelles

Faites un don avec la communication « **FONDS PRIX NOBEL FRANCOIS ENGLERT** »

Exonération fiscale à partir de 40€

par virement IBAN : BE95 3630 4292 4358 BIC : BBRUBEBB

www.fondation.ulb.ac.be